

Séminaire International sur "l'Aménagement intégré des forêts naturelles en zone sèche de l'Afrique de l'Ouest"

Ouagadougou, les 16 - 20 novembre 1998

RAPPORT DE MISSION

Dominique Louppe
Cirad-forêt

Du 15 au 22 novembre 1998, je me suis rendu à Ouagadougou pour participer au séminaire sur l'Aménagement des forêts de zone sèche d'Afrique de l'Ouest. Celui-ci a connu un grand succès avec 60 participants de 15 pays différents et près de 50 communications présentées oralement. J'y ai fait deux communications dont celle de M. Ouattara, empêché et dont les textes sont joints en annexes.

Sont également joints en annexes la liste des participants, la liste des communications, la synthèse des idées maîtresses développées au cours des travaux des groupes de réflexions et les recommandations du Séminaire.

Très synthétiquement, on peut retenir que les forêts de zone sèches ne sont pas seulement des espaces forestiers mais des lieux multi-usages car, outre la production de bois, elles servent de lieux de pâturage, fournissent un grand nombre de produits non ligneux essentiels au bien-être des populations (alimentation, pharmacopée, etc.). Très intégrées à l'élevage et au système agricole, elles forment avec eux un ensemble qui ne peut être aménagé que dans son ensemble avec et au profit des populations résidentes.

Cette réunion a été l'occasion pour beaucoup de participants de mieux comprendre que ces milieux forestiers de zone sèche ne sont pas exclusivement des zones de productions de bois. Cette ouverture d'esprit offrira certainement l'occasion d'initier des approches multidisciplinaires d'ensemble des écosystèmes anthropisés.

Un certain nombre d'outils spécifiques pour la connaissance, l'aménagement et la gestion de ces espaces complexes doivent être développés. Ces besoins, ainsi que la nécessité de mieux connaître le fonctionnement écologique et socio-économique de ces espaces multiples sont présentés succinctement dans les recommandations.

Abidjan, le 23 novembre 1998

Séminaire International sur "l'aménagement intégré des forêts naturelles en zone sèche de l'Afrique de l'Ouest", les 16 et 20 novembre 1998.

Liste des participantes

- AKE Assi, L. ; 08 BP. 1 72 - Abidjan 08. Fax 44 46 88 ; Tel. B : 44.86.14 - D : 44.27.91
COTE-D'IVOIRE
- ANDRE Daniel ; PAPF, Saint Louis, SENEGAL. tel. (221) 916 1120 ; fax (221) 961 23 27 e-mail :
papf@sonatel.senet.net
- ARBONNIER Michel. CIRAD-Forêt - 01 BP 1 759 - Ouagadougou 01, BURKINA FASO. e-mail :
michel.arbonnier@cirad.fr
- ATSE M. Yapi ; c/o FAO - Accra, Box 1 628 ; Accra, GHANA. e-mail atse.yapi@fax.org
- BACKSTROM Per Ove, (Swedish University of Agricultural Sciences) SUAS Université Suédoise des
Sciences Agricoles Faculté des Forêts, Département Silviculture; S-901 83 Umeå, SUÈDE. Fax
: 46.90.9867669. e-mail per-ove.backstrom@ssko.slu.se
- BAH Bilé Valentin ; 01 BP 3770 - Abidjan 01 COTE-D'IVOIRE
- BASTIDE Brigitte ; DPF/INERA, 03 BP. 7047 - Ouagadougou 03, BURKINA FASO. Tel : 33.40.98
- BELEM Mamounata ; INERA/PDF, 03 BP. 7047 - Ouagadougou 03, BURKINA FASO. Fax 31.49.38
e-mail : belem@irbet.irbet.BURKINA FASO
- BELLEFONTAINE Ronald ; CIRAD-Forêt, BP. 5035 - Montpellier Cédex 1 . FRANCE. e-mail :
bellefontaine@cirad.fr
- BERTAULT Jean-Guy ; CIRAD-Forêt Campus de Baillarguet BP. 5033 - 34032 Montpellier Cedex -
FRANCE.
- BJORKDAHL, Göran ; RPTES/Cowl, BP. 3702, Ouagadougou 01, BURKINA FASO ; tel. 20.54.69, fax
30.53.47, e-mail : goran@faconet. BURKINA FASO
- BOTO Isolina ; CTA - Postbus 380, Département des Etudes et Séminaires 6700 AJ Wageningen -
PAYS-BAS. Tel:31.317.46.11.57 - Fax31.317.460067 e-mail : boto@cta.nl. Site web :
http://www.cta.nl
- BOUSSIM Joseph ; FAST - Université de Ouagadougou, 03 BP. 7021 - Ouagadougou 03, BURKINA
FASO, Fax 30 22.42 - tel : 30 70 20, e-mail boussim@fast.unio-ouaga. BURKINA FASO
- CHAIBOU Moussa ; Chef service Environnement, Madaoua, NIGER
- DAN BARIA Soumïla ; Projet Energie Domestique, BP. 1 2860 - Niamey, NIGER. Fax (227) 73.47.09
- DELNASE Pascale
- DIA Amadou Tidiane ; CNERV ; BP. 1 67 - tel. (222) 25.27.65 Nouakchott R.1. MAURITANIE
- DIALLO Boukary ; INERA/CNRST, BP. 7047 - Ouagadougou 03, Burkina-Faso (Au CIRAD-Forêt
campus de Baillarguet BP. 5035 - 34032 Montpellier - FRANCE).
- DIALLO Hamidou ; BEAGGES, BP. 955 et 1 75 - Mali. TEL. 21 79 65/32.04.85
- FORTNIN Joris ; Projet "confection d'outils cartographiques pour la gestion de l'environnement, BP. 1 607
- Ouagadougou, BURKINA FASO. tel: 35.78.79 Fax 33.79.10
- FRIES Jônas, Suède
- GAMBO El Haj Saley ; Direction de l'Environnement, BP. 578 - Niamey, NIGER, tel : 73.33.29 - fax
73.27.84
- GANABA Souleymane ; DPF/INERA, BP. 80 - Dori, BURKINA FASO. tel. 66.00.54.
- GOMGNIMBOU Moustapha. INSS/CNRST, 03 BP. 7047 - Ouagadougou 03, BURKINA FASO
- GUINKO Sita. Université de Ouagadougou, 03 BP. 7021 - Ouagadougou 03. Tel. 30 70 64 - fax 30 72
42, Tel.D. 36.1 1 29.
- HAGBERG Sten, Département d'anthropologie culturelle et d'ethnologie, Université de Uppsala,
Trädgårdsg. t8 SE 75309 Uppsala SUÈDE ; Fax : + 16.18.471 7028, tel : 146.18471 7090
- HIEN Pierre Claver ; CNRST/INSS, 03 BP 7047 - Ouagadougou, BURKINA FASO ; tel. 36 07 46
- ICHAOU Aboubacar ; Centre ORSTOM, BP. 11.416 Niamey - NIGER

ICKOWICZ Alexandre ; CIRAD-EMVT, ISRA-LNERV BP. 2057, Dakar - SENEGAL. e-mail : ickowicz@cirad.fr

JONSSON Kerstin ; ASDY/SAREC, S.10525 Stockholm + 46-8-6985352 - fax 698 56 56

KERKHOF Paul ; SOS Sahel (GB) Londres GB, I, TOLPUDDLE STR LONDON, NIOXT, ANGLETERRE. Tel/fax : (P.KERKHOF) + 33474720226

KISSOU Roger ; BUNASOLS, 03 BP. 7142 - Ouagadougou, BURKINA FASO

KOKOU Kouami ; FDS/UB, BP. 1515 - Lomé, TOGO ; e-mail kokokou@syfed.tg.refer.org

KONANDJI Hamadi. SED/CCL, BP. 275 - Bamako, MALI. Tel : (223) 21 .47. 1 9 - Fax : (223) 21 .48, e-mail yves nouvellet@cirad.fr

KOUAME François ; Université de Cocody - Abidjan, 01 BP. 1303 - Abidjan 01, CÔTE D'IVOIRE. Fax (225) 45.12.11. e-mail csrs@globeaccess.net

LOUPPE Dominique ; CIRAD-forêt, 01 . BP. 6483 - Abidjan 01 CÔTE D'IVOIRE.

LUNGREN Clark. ADEFA, BP 5570 Ouagadougou 01. BURKINA FASO. Tel : (226) 38.49.58, e.mail : c.lungren@fasonet.bf

MAHAMAT Issaka, Direction des Forêts, BP. 447 - N'djamena, TCHAD

MAIGA Aboubacar ; DNAER , BP. 275 - Tel. 22 58 50/72.59.73 ; Fax:22.11.34 ; BAMAKO

MAIGA Amadou . ONAER BP. 8043 - Bamako - MALI. Tel ; (223) 22.98.05 - Fax (223) 23.55.4

MAIGOCHI Sani ; Projet Basse Vallée Paika. B.P. 42 - Madaoua, NIGER

MBAIENANG Boykas ; Fax : (235) 52.38.39, Tel : (235) 52.31 .28 ou 52.31 .23

MBAYE Momar ; ISRA/LNERV, BP. 2057 Dakar - SENÉGAL

MUNYANZIZA Eson ; Department of Forest Biology, p.o. Box 3010 Movogono, TANZANIE

NOUVELET Yves. BP. 1813 Bamako - MALI. e-mail : yves.oouvellet @ cirad fr Tel. (223) 21.47.19 / (223) 21.48.29

NYGARD Robert, (Swedish University of Agricultural Sciences) SUAS Université Suédoise des Sciences Agricoles Faculté des Forêts, Département Silviculture; S-901 83 Umeå, SUÈDE. Fax : 46.90.9867669. e-mail robert.nygard@ssko.slu.se

OUADBA Jean-Marie ; INERA/CNRST, 03 BP 7047 - Ouagadougou, BURKINA FASO. tel. 33.40.98 - Fax : 31.49.38

OUEDRAOGO Moussa ; INERA/CNRST, 03 BP 7047 - Ouagadougou, BURKINA FASO. tel : B/33 40 98 - D/33.43.19

OVESEN Jan ; Département d'anthropologie culturelle et d'ethnologie, Université de Uppsala, Trädgårdsg. t8 SE 75309 Uppsala SUÈDE ; Fax : + 16.18.471 7028, tel : 146.18471 7090

PALLO François ; INERA/DPF, 03 BP. 7047 - Ouagadougou, BURKINA FASO

PODA Evariste ; INSS/CNRST ; Tel. 36.07.46 - Ouagadougou, BURKINA FASO

SABO Oumarou Amadou ; Chef service Environnement de Bouza, NIGER

SAHLEN Kenneth. (Swedish University of Agricultural Sciences) SUAS Université Suédoise des Sciences Agricoles Faculté des Forêts, Département Silviculture; S-901 83 Umeå, SUÈDE. Fax : 46.90.9867669 e-mail kenneth.sahlen@ssko.slu.se

SAWADOLO Louis ; INERA/DPF, 03 BP. 7047 - Ouagadougou 03, BURKINA FASO

TANDJIEKPON André. Unité de Recherches Forestières / INRAB, 06 BP. 707 Cotonou - BENIN. Tel. (229) 33.06.62 - Fax : (229) 33.04., e-mail : inrabdg4@bow.intnet.bj

TCHIWANOU B. Mahouna ; VAF/PGRN, fax /tel (229) 61.06.84, Parakou, BENIN

WRIGHT Peter

YONKEU Samuel ; IRAD, Centre Régional de WARWA, BP. 65 N'gaoundéré - CAMEROUN. fax (237) 25.15.57.

ZAREAdama ; INERA/CNRST - BP. 7047, Ouagadougou 03 ; BURKINA FASO

ZIDA Didier ; INERA/DPF, 03 BP. 7047 - Ouagadougou, BURKINA FASO ; Tel. 33.40.98 / 44.01.44- Fax 31.49.38.

Communications du séminaire international sur l'aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches (16 au 20 novembre à Ouagadougou, Burkina Faso)

- André, D. 1998. 17 ans de suivi de la végétation ligneuse et herbacée dans le périmètre expérimental de Windou-Tiengholy (Ferlo Nord-Sénégal). PAFF. 12p. + annexes.
- Bah V.B. 1998. L'aménagement des forêts naturelles en zone de savane : Cas de la forêt classée de Badenou. Sodefor Côte d'Ivoire. 11p.
- Bastide, B. Ouédraogo S.J. 1998. Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes soudanais burkinabés : rôle des espèces ligneuses de la jachère forestière. INERA : Département Productions Forestières. 9p. + tableau.
- Bastide, B. Ouédraogo S.J. 1998. Régénération après coupe expérimentale de *Acacia dudgeoni* Craib ex Holl. en zones d'exploitation forestière. INERA : Département Productions Forestières. 7p + 2 tableaux.
- Bationo, A. B., Ouédraogo, S. J., Boussim, I. J. 1998. Influence des feux précoces sur la dissémination et la prédation des graines de *Azela africana* (Caesalpiniacée) dans une savane boisée du Burkina Faso. INERA/DPF. Université de Ouagadougou Laboratoire de biologie tropicale et de biologie végétale. Burkina Faso. 10p. + tableaux.
- Belem, O. M. Guinko, S. 1998. Phytodiversité et structure de la forêt classée de Toessin, Passoré. Burkina Faso. 11p. + tableaux.
- Bellefontaine, R. 1998. Pré-aménagement des forêts tropicales sèches : 5 étapes clés. Cirad-forêt. France 14p.
- Bellefontaine, R. 1998. Le maintien et l'enrichissement des formations ligneuses dans le domaine sahélien sensu stricto par drageonnage. Cirad-forêt. France 15p.
- Björkdahl G. 1998. La régénération, la croissance et la productivité du *Combretum glutinosum* après exploitation de peuplements naturels au Sénégal oriental ; Résultats préliminaires. SUAS/ Faculté des Sciences et techniques / département des Biologies végétales. Sénégal . 7p. + tableaux.
- Boykas, M. Agala A. Pelloux C. 1998. Aménagement du massif forestier de l'Assalé. Tchad. 11 p.
- César, J. Zoumana, C. 1998. Influence du broutage par plusieurs espèces animales domestiques sur une végétation de savane soudanienne en Côte d'Ivoire. Cirad-emvt - CNRA , 15p.
- Dan Baria S. Djibo, H. Giraud, S. Montagne, P. Peltier, R. 1998. Evaluation technique et socioéconomique des aménagements villageois du massif de Tientergou, Sud-Niger . Projet Energie II / Cirad-forêt. 17p. + tableaux.
- Dia, A. T. Colas, F. Gueye S. 1998. L'élevage pastoral dans l'Aftout es Sahéli : Hommes, troupeaux et pratiques d'exploitation des ressources fourragères naturelles. Mauritanie. 9p.
- Diallo, B. Mc Key, D. Ouédraogo, M. 1998. Rôle des insectes pollinisateurs dans la gestion des arbres forestiers. Etude des relations plantes-pollinisateurs chez deux légumineuses : *Genista scorpius* (Papilionacées) et *Tamarindus indica* (Caesalpiniacées) INERA/FIS/CNRS-CEFE. Burkina Faso. 11p. + tableaux.
- Diombéra. M. K. Vers une gestion communautaire des forêts en Guinée-Bissau. MDRRA / DGFC. 11p.
- Djodjouwin L. L. 1998. Aménagements agro-sylvo-pastoraux des formations naturelles dans les domaines classés et non classés par les communautés villageoises de la sous-préfecture, département de l'Atacora, Bénin. DFRN/GTZ/Luso-Consult ; 8p.
- Fairherad, J. Leach M. 1998. L'enrichissement des paysages: l'histoire sociale et la gestion de l'environnement de transition dans la mosaïque de forêt et savane en Guinée. S O & A S London / IDS Sussex. 22p.
- Fandohan S. 1998. L'aménagement sylvo-pastoral des forêts tropicales sèches: expérience du projet GEF au nord-est du Bénin. GEF. 12p.
- Gambo El Hadj, S. 1998. L'aménagement des rôniers du Dallol Maouri et du fleuve Niger. MHE/DE. Niger. 11p.
- Ganaba S. Niannogo, A. Zoundi, J. S. Sawadogo, I. Zitcoum A. Ima S. Kondombo, S. Liehoun E. Lompo, C. Tapsoba, B. Nyameogo, . Kafando, A. 1998. Mode de gestion et perception de l'évolution des ressources forestières dans le bassin versant de Donsin. INERA/MAS/PPI. Burkina Faso. 15p.
- Ganaba, S. Sawadogo, I. Nianogo, A. J. Zoundi, J. S. 1998. Diversité biologique et dynamique des ressources forestières ligneuses en région nord-soudanienne de Donsin. INERA. Burkina Faso. 7p.
- Gomgnimbou, M. 1998. Forêts à identités contestées : perceptions des classements des forêts de Tiogo et de Laba par les populations locales. INSS/CNRST. Burkina Faso. 10p.
- Hagberg, S. 1998. Droits à la terre, pratiques dans l'aménagement . Enjeux conflictuels dans l'aménagement des forêts classées au Burkina Faso. 13p.
- Ichaou, A. 1998. Production de phytomasses ligneuse et herbacées, comparée à l'échelle des trois principaux systèmes forestiers contractés des plateaux de l'Ouest nigérien. MHE/DE. 13p.
- Issaka M. 1998. Deux espèces ligneuses qui rejettent de souches et qui drageonnent après exploitation dans la forêt d'Assalé. Tchad. 7p.
- Jensen, A. M. 1998. Conditions économiques et écologiques préalables d'une gestion durable de la production ligneuse en zone sahélienne. France. 12p.
- Kaboré, C. 1998. Les inventaires forestiers pour l'aménagement des forêts au Burkina Faso. 5p.
- Kokou, K. Fonction et usages des îlots forestiers au sud du Togo: rôle dans la conservation de la biodiversité. Facultés des Sciences / département de botanique et de biologie végétale. 10p. + annexes.

- Konandji, H. 1998. La stratégie énergie domestique et la gestion communautaire des ressources ligneuses au Mali. SED/CCL. 6p.
- Kouyaté, A. M. Sénou. Kamissoko, S. Cuny, P. Bagnoud, N. 1998. Rôle de la recherche dans l'aménagement sylvo-pastoral participatif. Cas du sud du Mali. IER / CRRRA-Sikasso / Intercoopération. ???
- Niéyidouba L. 1998. Les revenus de vente des produits forestiers non ligneux : enjeux de création et d'utilisation dans les ménages ruraux. INERA / GRN / SP. 11p.
- Louppe, D. Oliver, R. Ouattara, N. Fortier, M. 1998. Impacts des feux répétés sur les sols de savanes du centre de la Côte d'Ivoire. Cirad-forêt, Cirad-amis, CNRA. 13p.
- Lundren C. G. 1998. Possibilités et contraintes pour la gestion des forêts naturelles sèches à travers le ranching de gibier : expériences du projet pilote de Nazinga. ADEFA. 13p.
- Maïga A. 1998. Aménagement pastoral et préservation de la biodiversité en zone sahélo-soudanienne du Mali : modèle de la réserve de biosphère de la boucle du Baoulé. DNAER. 12ps.
- Maïga, A. Nouvellet, Y. 1998. Les canevas des plans d'aménagement, des plans de gestion et des contrats de gestion utilisés au Mali dans le cadre de la Stratégie de l'Energie domestique. DNAER / CCL. 15p.
- Mapongmetsem, P. M. Ibrahima A. Yonkeu, S. 1998. Influences de quelques de quelques facteurs zoo-anthropiques sur la biodiversité des savanes soudano-guinéennes du Cameroun. Université de Yaoundé. Cameroun.
- Mbaye, M. Ickowicz . 1998. Impact des modes de gestion et d'exploitation actuels des écosystèmes forestiers soudaniens sur la dynamique fourragère (moyenne Casamance). ISRA-LNERV/Cirad-emvt. 14p.
- Munyanziza, E. L'étude de l'effet des termites, de la matière organique et des incendies sur la germination de trois essences ligneuses de la forêt claire sèche de Miombo.
- Nouvellet, Y. Sawadogo, L. 1998. Exploitation d'un taillis par coupe à blanc en savane soudano-sahélienne : est-ce la solution pour la production de bois-énergie et de fourrage. CRST-INERA-Cirad-Forêt. Burkina Faso. 10p.
- Ntoupka M. 1998. Biodiversité et production utile de bois sous perturbations anthropiques : pâturage et feu. IRAD, Cameroun. 10p.
- Nygard, R. 1998. Une comparaison des paramètres dendrométriques et de la croissance ligneuse en savane arborée et arbustive : 5-14 ans après coupe à blanc. Suède. 9p.
- Ouattara, N. Louppe, D. 1998. Influence du pâturage sur la dynamique de la végétation ligneuse en Nord Côte d'Ivoire. CNRA-Cirad-forêt, 12p.
- Ouro-djeri, E. 1998. Gestion et reconstitution des ressources forestières au Togo.
- Poda, E. 1998. Le sacré et les lieux sacrés : voie privilégiée de sauvegarde de l'environnement. L'exemple des villages riverains de Tio et de Nagarpoulou. Centre-ouest du Burkina Faso. CNRST/INSS. 10p.
- Pallo, F. 1998. La biomasse microbienne des sols sous formation naturelle dans la région centre-ouest du Burkina Faso. INERA.
- Sahlen, K. Sawadogo, L. 1 998. Direct seedling of some species on "zipellés" soil in Burkina Faso. SUAS/INERA. 9p. + Tableaux.
- Sawadogo, L. 1 998. Influence de la protection intégrale contre le feu et le pâturage sur la végétation herbacée en zone soudanienne (cas de la forêt classée de Tiogo). INERA. 8p. + Tableaux.
- Sylla L. M. Nouvellet, Y. 1998. Détermination de la productivité des formations savanicoles. IPR/CCL/Cirad-Forêt, Mali. 10p.
- Sylla, L. M. 1998. Méthodologie d'évaluation rapide de la production des formations savanicoles. IPR/Mali. 6p.
- Taita, P. 1998. Etude de la diversité floristique de l'aire centrale de la réserve de la biosphère de la Mare aux Hippopotames, région ouest du Burkina Faso. 12p.
- Tandjiekpon, A. 1998. Influence des feux de brousse sur la dynamique des forêts sèches. Cas des formations forestières dégradées du nord-Bénin. Unité de Recherches Forestières. 10ps.
- Tchiwanou, M. B. 1998. Problématique aménagement sylvo-pastoral et participation des populations à la gestion des ressources agro-sylvo-pastorales. PGRN. Bénin. 10ps.
- Yonkeu, S. Mapongmetsem. 1998. Dynamique de reforestation naturelle des savanes soudano-sahéliennes de l'Adamaoua camerounais : un problème de gestion de parcours .
- Zaré, A. Belem, M. Ouadba J.M. Pallo, F. 1998. Diversité biologique dans une zone fortement anthropisée : cas de la province du Bazéga. INERA/DPF. 8p. + tableaux.
- Zida D. Oudba, J. M. 1998. Dynamique de la végétation ligneuse naturelle dans une zone forestière en aménagement : cas de la forêt classée de Maro. INERA/DPF. 13p.
- Zoundoh, L. Y. 1 998. L'approche participative dans l'aménagement des formations tropicales sèches : cas des forêts classées de Sota, Goungoun et Goroubi au nord-Bénin. GEF/UNSO. 10p.

SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR L'AMENAGEMENT
DES FORETS NATURELLES DES ZONES TROPICALES
SECHES EN AFRIQUE DE L'OUEST
(OUAGADOUGOU DU 16 AU 20 NOVEMBRE 1998)

SYNTHESE DES IDEES MAITRESSES
DEVELOPPEES AU COURS DES
EXPOSES-DEBATS ET DES TRAVAUX DE GROUPES DE REFLEXIONS

Introduction : A la suite de quatre jours d'échanges et de débats fructueux, renforcés par une visite de terrain, il ressort les idées maîtresses suivantes développées dans le cadre des trois thèmes proposés à la réflexion.

THEME 1 : DEVELOPPEMENT D'OUTILS

Idées maîtresses :

1. Complémentarité, antagonisme des objectifs et de projets très variables selon le domaine écologique concerné. Il y a donc une nécessité absolue d'œuvrer pour qu'une définition claire des objectifs permette d'aboutir à des résultats plus fiables,

2. Fiscalité comme préalable à l'aménagement forestier et pastoral : il faut une volonté politique en vue de modifier partiellement les quelques rares lois (code forestier, taxations, le code rural ...) pour sécuriser les populations,

3. Des mesures législatives et réglementaires adaptées doivent être adoptées pour viabiliser le cadre institutionnel de travail,

4. Une nouvelle approche fait tache d'huile en Afrique (la Stratégie Energie Domestique). Elle est constituée de quatre outils : Négociation et Médiation Patrimoniales, le Schéma Directeur d'Approvisionnement, les Marchés Ruraux de bois de feu et un Itinéraire technique simplifié. Ces quatre outils permettent d'envisager non pas un aménagement d'une seule forêt, mais la mise sous aménagement simplifié de l'ensemble des formations naturelles d'un pays,

5. Des outils plus adaptés d'évaluation des ressources fourragères et ligneuses doivent être mis au point,

6. Une terminologie qui prend compte toutes les variantes des formations forestières des zones sèches doit être élaborée et reliée à la typologie des systèmes,

7. La conception des outils devrait tenir compte de leur transfert et utilisation en milieu rural,

8. Les dispositifs et protocoles de recherche doivent être harmonisés en vue de permettre la comparabilité des résultats,

Axes de recherche :

1. Meilleures connaissances et une amélioration des outils disponibles (Système d'Informations Géographiques, Système d'Informations pour l'Environnement, Système Multi-agents) pour la mise en œuvre de l'aménagement,

2. Liaison entre les changements d'échelles et les outils à mettre en œuvre à faibles coûts, pour des précisions acceptables,

3. Le montage des bases de données régionales et nationales devrait permettre de capitaliser les acquis de la recherche et d'établir une bibliographie complète,

THEME 2 : CONNAISSANCES ECOLOGIQUES

Idées maîtresses :

1. Le développement des connaissances écologiques (fonctionnement, dynamique, productivité) des systèmes et des espèces, comme préalable à toutes les formes d'aménagements envisagés,

2. Tenir compte de la diversité biologique et génétique dans le cadre de l'aménagement sylvo-pastoral,

3. Nécessité de poursuivre les mesures et observations sur l'ensemble des dispositifs de recherche,

4. L'absence de recul dans la récolte de données est une contrainte pour l'établissement des modèles en matière d'aménagement des formations naturelles dans ces zones sèches,

Axes de recherche :

1. Nécessité d'élaborer une typologie commune pour les formations forestières sèches à différentes échelles (emploi des techniques de télédétection, de photographie...)

2. Modélisation de la dynamique des écosystèmes des zones sèches (croissance, recrutement, mortalité...)

3. Méthodologie simplifiée de l'aménagement des systèmes : diversification (inventaire, feux, fiscalité...), échelles de travail (stations écologiques et régions), dans un esprit de mieux la simplifier pour permettre une rapide application,

4. Etudier les formes de multiplications végétative et sexuée, ainsi que le déterminisme d'apparition des bourgeons proventifs et des drageons,

5. La conception des dispositifs d'inventaire et de suivi des écosystèmes naturels des zones sèches, devrait permettre la comparabilité des résultats et l'établissement de normes fiables,

6. Si l'objectif de l'aménagement des formations des zones sèches est à buts multiples, les études de base devraient fournir assez d'éléments pour permettre d'autres formes d'activités (réserves intégrales, de biodiversité...)

7. Au fur et mesure de l'évolution de la démarche de mise en place de la stratégie énergie domestique, les schémas directeurs d'approvisionnement en bois de chauffe des villes doivent être révisés, pour être mieux adaptés,

8. Il y a nécessité de développer davantage de recherches sur la matière organique pour mieux connaître son influence sur les écosystèmes des zones sèches,

8. Le rônier, arbre à usages multiples, mérite de faire l'objet des recherches plus approfondies,

THEME 3 : CONNAISSANCES SOCIOECONOMIQUES

Idées maîtresses :

1. Les aspects socio-culturels doivent être pris en compte dans la conception et la mise en œuvre de l'aménagement,
2. Une multi-disciplinarité dans l'approche, compte tenu des différents intérêts et besoins des populations et de l'état,
3. Démarche volontariste : il y a nécessité que les populations s'approprient l'aménagement sylvo-pastoral, aussi bien dans sa conception, sa mise en œuvre que pour les bénéfices à tirer

4 : Nécessité de mieux connaître les retombés économiques et financières de l'aménagement sylvo-pastoral. Ces retombés avec une gestion transparente, devraient constituer un moyen d'incitation pour les populations et d'investissement pour l'état et les collectivités.

5. L'éleveur, doit être considéré dans le cadre de ces approches, comme un partenaire à former et à sécuriser. En effet, la pratique de l'élevage et sa prise en compte dans l'aménagement peut être un régulateur pour les systèmes (dissémination des graines, contrat de fumure...)

6. La femme, étant une composante importante de la population des zones sèches, une prise en compte de sa préoccupation est indispensable dans les politiques d'aménagement,

Axes de recherche :

L'importance des approches anthropologiques et sociologiques comme moyen permettant de mieux connaître la genèse des écosystèmes et comme outil de conservation de ces systèmes,

2. Une réflexion d'ensemble sur les différentes expériences d'approche participative devrait permettre de mieux préciser le concept afin de l'adapter aux réalités du terrain,

3. Mieux connaître les valeurs et usages attribués par les populations à l'arbre sur pied et aux produits non ligneux de la forêt,

4. Parallèlement aux aménagements, un programme de recherche visant à une meilleure connaissance de la valeur monétaire de l'arbre sur pied, doit être mis en œuvre,

5. La meilleure connaissance des besoins fondamentaux des populations riveraines, devrait permettre leur prise en compte dans le contexte d'un aménagement qui se veut intégré,

6. L'identification des conflits doit être un préalable à la conception et mise en œuvre des plans d'aménagement,

7. Compte tenu des rôles économiques que joue la faune sauvage dans nos états, les aménagement doivent en tenir compte là où cela est possible,

Constat général : La nécessité de mettre en liaison les résultats de la recherche et les activités de développement en général, et les activités d'aménagement des formations naturelles en particulier et évidente. Cependant, il demeure encore des difficultés de transfert des connaissances scientifiques et d'application de certains résultats. Enfin, les mécanismes de financement de la recherche sont des préoccupations à prendre en compte.

SÉMINAIRE INTERNATIONAL "AMÉNAGEMENT INTÉGRÉ DES FORÊTS NATURELLES DES ZONES TROPICALES SÈCHES EN AFRIQUE DE L'OUEST"

Ouagadougou, 16-20 novembre 1998

RECOMMANDATIONS

Développement d'outils

L'aménagement des espaces boisés ne peut s'envisager sans une politique forestière adéquate qui doit prendre en compte les résultats des recherches multidisciplinaires.

Le changement d'échelle est un besoin mondial, il convient d'en déterminer les outils et leur complémentarité afin d'obtenir un coût minimal d'intervention. Les outils doivent être transférables et utilisables par les populations rurales.

Il serait souhaitable que le schéma directeur d'approvisionnement dans le cadre de la stratégie d'énergie domestique, déjà développé avec succès dans certains pays de la zone sahélienne, soient étendus à d'autres pays de la sous-région. Que ce soit pour le bois de feu, les produits forestiers non ligneux et pastoraux, la demande doit émerger des populations.

Outils institutionnels : il est hautement souhaitable qu'un cadre réglementaire suffisant soit développé, notamment pour la fiscalité, la sécurisation foncière relative et l'auto-contrôle par les populations.

Recherche : la multidisciplinarité incontournable et la régionalisation en réseau des recherches dans des zones écologiques homogènes sont à recommander avec force. Dans ce cadre, il est nécessaire de développer des méthodes normalisées et une terminologie commune pour évaluer la productivité biologique des écosystèmes (ressources pastorales, fauniques, forestières et autres).

La méthodologie d'inventaire de la ressource diffuse que représentent les arbres hors forêts est à peine initiée et mérite un développement rapide car ils représentent le cinquième de la production de bois de feu.

Les banques et bases de données actuelles sont insuffisantes et doivent être étoffées.

La modélisation, systèmes multi-agents, est un outil à développer pour aider aux décisions politiques et à la mise en oeuvre des aménagements.

De nombreux travaux ont été menés mais les résultats sont difficilement accessibles et un effort de compilation et de synthèse s'avère urgent. Les échanges d'informations et de documentation oeuvrent dans cette direction et doivent être favorisés.

Le séminaire demande à la FAO de bien vouloir prendre en charge la rédaction et l'édition d'un manuel méthodologique d'estimation de la productivité biologique au sens large, adapté aux écosystèmes des zones tropicales sèches.

Ecologie

Le suivi de la dynamique de la végétation nécessite des recherches à long terme et la garantie de moyens financiers sur une longue période de la part des Etats et des bailleurs de fonds.

Les protocoles expérimentaux, les méthodologies et les terminologies doivent être harmonisées pour permettre des comparaisons fiables entre sites et zones écologiques.

Certaines lacunes dans les connaissances existent par manque d'intégration entre les diverses disciplines des sciences environnementales : sol, feux, biologie des espèces, écologie, foresterie, pastoralisme, socio-économie, anthropologie, commerce,...

Ces milieux complexes et multiusages posent ainsi d'importants problèmes d'interactions qui ne peuvent être abordés que par des équipes multidisciplinaires sur le long terme.

L'aménagement ne peut être viable que s'il satisfait aux besoins des populations et pour cela chacun des produits du milieu doit avoir une valeur monétaire. Les espèces sans valeur actuelle doivent néanmoins être conservées pour un usage futur.

Il est important d'établir des indicateurs permettant l'évaluation rapide de l'état des forêts (du milieu) en fonction des modes de gestion. Certains de ces indicateurs doivent être directement utilisables par les populations de ces espaces.

L'aménagement des espaces boisés ne peut être dissocié de celui des espaces agricoles et pastoraux avec lesquels ils interagissent.

Un important effort doit être effectué pour passer des résultats acquis dans les dispositifs expérimentaux à une échelle locale ou régionale.

En zone sahélienne, l'aridité croissante contrarie la reproduction sexuée de nombreuses espèces ligneuses. Par conséquent, pour conserver ces espèces, il est indispensable d'orienter les recherches sur la multiplication végétative : rejets, drageons, marcottes.

Socio-économie

La forêt n'est plus le domaine exclusif des forestiers, la recherche doit y être menée de manière pluridisciplinaire avec les populations concernées. Ceci nécessite un changement de mentalité des différents acteurs qui ne peut se faire rapidement.

Chaque acteur a sa propre vision de l'utilisation du milieu et l'aménagement nécessite l'imbrication et le respect des conceptions de chacun ainsi que la prise en compte du savoir faire paysan.

L'approche dite "participative" correspond, selon les projets et les pays, à divers niveaux d'implication des populations dans les décisions et l'exécution des aménagements. Cette notion floue nécessite d'être clairement définie.

Les dimensions sociales, économiques et culturelles doivent être prises en compte dans la conception "participative" des aménagements qui doivent répondre aux besoins légitimes des populations.

Il faut dépasser cette approche "participative" par des médiations, négociations, contractualisation au profit des populations.

La législation et les taxations doivent être modifiées et facilement applicables en faveur d'une bonne gestion du patrimoine naturel par les populations. La législation ne doit pas être un blocage aux initiatives et aux transferts de compétences.

Les socio-économistes ont besoins des résultats des autres disciplines qui doivent leur être présentés en termes accessibles.

Fait à Ouagadougou, le 20 novembre 1998

Le séminaire

IMPACTS DES FEUX RÉPÉTÉS SUR LES SOLS DE SAVANES DU CENTRE DE LA CÔTE D'IVOIRE

D. Louppe ¹, R. Oliver ², N. Ouattara ³, M. Fortier ²

¹ Cirad-forêt, 01 BP 6483, Abidjan 01, Côte d'Ivoire

² Cirad-amis, BP 5035, 34032 Montpellier, France

³ CNRA, BP 946, Korhogo, Côte d'Ivoire

**Atelier sur l'aménagement des forêts sèches
Ouagadougou : 16-20 novembre 1998**

Résumé

Les "parcelles feux d'Aubréville" constituent un dispositif unique au monde dans lequel l'effet des feux de brousse, allumés chaque année, sur la végétation est étudié depuis 1936. La protection intégrale contre les feux y est comparée avec l'effets des feux précoces (début de saison sèche ou 15 décembre) et des feux tardifs (10 mars, fin de saison sèche).

Après 60 années d'expérimentation, la parcelle en protection intégrale est une forêt dense semi-décidue secondarisée. Les feux tardifs ont créé une "steppe" surmontée d'arbres vieillissants. Les feux précoces ont permis à une forêt dense de se reconstituer sur les sols les plus riches et à une savane boisée de se maintenir ailleurs.

Sur chacune des trois parcelles, un échantillon composite de sol (5 carottes) a été prélevé pour l'horizon 0-15 cm. Une sixième carotte de sol non "perturbé" a été prélevée pour effectuer des mesures de porosimétrie au mercure.

La parcelle protégée présente logiquement les teneurs les plus élevées et le complexe absorbant le mieux fourni notamment pour Mg et K. Toutes les parcelles sont pauvres en P assimilable. Le taux de matière organique passe de 3,32 % pour la protection intégrale à 2,63 % pour le feu tardif et 1,79 % pour le feu précoce (savane). Le rapport C/N évolue dans le même sens.

Globalement, les sols des parcelles "brûlées" sont moins poreux et présentent par rapport à la parcelle protégée 1) une microporosité plus importante, 2) une mésoporosité plus importante avec une supériorité du feu précoce et 3) une baisse de la macroporosité de l'ordre de 50 %.

Au niveau de la macrofaune du sol, les termites sont présentes partout alors que les vers de terre sont nettement plus abondants dans la parcelle protégée.

Mots clés : feux de brousse, protection, végétation, sol, pédofaune, Côte d'Ivoire.

IMPACTS OF REPEATED FIRES ON SAVANNAS' SOILS OF THE CENTER OF CÔTE D'IVOIRE

Abstract

The "Aubréville's fire plots" constitute an unique trial in the world in which the effects of brush fires, alight every year, on vegetation is studied since 1936. The complete protection against fires is compared there with "early fires" effects (beginning of the dry season or 15 December) and with "late fires" (10 March, end in season dry).

After 60 years of experimentation, the plot in complete protection is a dense secondary semi-deciduous forest. The "late fires" create a "steppe" overhauled by aging trees. The "early fires" allowed to reconstitute a dense forest on the richest soils and to maintain a wooded savanna on the poorest soils.

On each of the three plots, a composite sample of soil (5 cores mixed together) has been taken from the horizon 0-15 cm. A sixth carot of soil no "altered" has been taken to do measures of porosity by mean of mercury.

The "protected plot" logically present the most elevated contents of nutrients and the highest absorbent complex notably for Mg and K. All parcels are poor in assimilated P. The organic matter rate passes 3,32% for the complete protection to 2,63% for the "late fires" and 1,79% for the "early fires" (savanna). The C/N ratio evolves in the same proportion.

Globally, the burnt "plots" soils are less porous and present in relation to the "protected plot" 1) a more important microporosity, 2) a more important mesoporosity with a superiority of the "early fires" and 3) a decrease of the macroporosity of the order of 50%.

At the level of the soil's macrofauna, termites are everywhere present whereas earthworms are distinctly more abundant in the "protected plot".

Key words: brush fires, protection, vegetation, soil, porosity, soil fauna, Côte d'Ivoire

Introduction

L'effet des feux de brousse sur la végétation a généralement été bien étudié car leur impact est très visible. Par contre l'étude de leur effet sur les sols a été souvent limitée à la mesure des températures atteintes en surface et dans les horizons superficiels. (Monnier, 1968 ; Vuattoux, 1968 ; IEMVT, 1990 ; Louppe, 1996)

L'évolution physico-chimique des sols est un phénomène assez lent et progressif en l'absence d'érosion ou de sédimentation marquées. Aussi faut-il une série longue d'événements répétés annuellement pour que ces modifications puissent être perceptibles, notamment au niveau de l'évolution physique du sol.

Une telle série existe dans les "parcelles feux d'Aubréville" à Kokondékro, près de Bouaké, au Centre de la Côte d'Ivoire. Après un bref rappel du dispositif expérimental et des résultats concernant la végétation, nous présenterons les résultats obtenus récemment sur l'évolution des sols (aspects physico-chimiques et macro-faune) en relation avec les feux de brousse.

Les parcelles feux

Ce dispositif a été installé par A. Aubréville en 1936 afin de montrer que les savanes du Centre de la Côte d'Ivoire étaient la conséquence des feux de brousse répétés et que, naturellement, le climax est la forêt. L'expérience voulait également démontrer que cette évolution du milieu était réversible si on parvenait à contrôler ou à supprimer les feux. Rappelons que la pluviométrie à cet endroit est de l'ordre de 1.100 mm avec deux maxima (juin et septembre). La température annuelle moyenne est de 26°C.

Le dispositif expérimental se compose de trois parcelles de 2 ha chacune (100 x 200 m) étirées dans le sens de la pente et séparées par des pare-feux. Avant le début de l'expérimentation le terrain avait été cultivé en coton pendant plusieurs années et depuis 6 ans laissé en jachère. On y trouvait donc quelques arbres adultes d'espèces savaniques et de nombreuses souches avec rejets : en moyenne, par hectare, on notait 400 régénérations (moins de 2 cm de diamètre à 1,30 m), 1.175 régénérations acquises (entre 2 et 10 cm de diamètre à 1,30 m) et 39 arbres de plus de 10 cm. (Aubréville, 1953 ; CTFT, 1969 ; Dereix & N'Guessan, 1976)

Annuellement, depuis 1937, chaque parcelle reçoit un "traitement feux" différent : X) parcelle en protection intégrale contre les feux ; Y) mise à feu précoce : le 15 décembre ; Z) mise à feu tardive : le 10 mars.

58 ans plus tard !

Le dernier inventaire complet de ces parcelles a été fait en 1995 et les résultats résumés ci-dessous ont été présentés dans plusieurs articles (Louppe *et al.*, 1995a,b ; Ouattara & Louppe, 1996).

Après protection intégrale, le couvert est complètement fermé et on se trouve en face d'une forêt dense semi-décidue secondarisée avec abondance de lianes. Les arbres dominants sont des essences soit pionnières, soit héliophiles, à croissance initiales

rapide. Les espèces sciaphiles sont encore dominées. Les espèces de savane ont disparu. 117 espèces ligneuses ont été dénombrées. Elles représentent par hectare 6.877 individus de plus de 2 cm de diamètre à 1,30 m et 27,8 m² de surface terrière.

Dans la parcelles "feux précoces" de début de saison sèche, l'évolution de la végétation est fonction des sols. Sur les plus riches, en haut de pente, une forêt dense semi-décidue secondarisée "jeune" a fini par se reconstituer. Contrairement à la parcelle protégée, on y retrouve encore des espèces de savane. Par contre, dans la partie la moins fertile, une savane arborée se maintient qui ne semble, en comparant les inventaires de végétation successifs, ni s'emboiser ni se déboiser. La richesse spécifique a fortement diminué puisqu'il n'y a plus, par hectare, que 79 espèces ligneuses (> 2 cm d), 2.244 individus et 15,6 m² de surface terrière.

Suite aux "feux tardifs" répétés, la parcelle est devenue une savane dans laquelle les arbres sont rares. Par hectare il ne reste que 20 espèces dont deux forment la majorité du peuplement, 241 individus et 3 m² de surface terrière. L'ensemble des arbres survivants sont vieillissants et fortement traumatisés par les feux. Ils risquent de disparaître prochainement.

Matériel et méthode

Etude des sols : analyses physico-chimiques

Le sol est de type ferrallitique.

En 1996, des échantillonnages de sol ont été effectués avec une tarière à prélèvement racinaire de 8 cm de diamètre, dans l'horizon 0-15 cm. Ceux-ci étaient de deux types en fonction des objectifs visés :

- un prélèvement composite constitué de 5 carottes réparties au hasard sur la parcelle. Après mélange des échantillons, une aliquote a été prélevée et analysée¹ ;
- un prélèvement unique placé dans une boîte ad-hoc qui a permis sa conservation "en l'état". Cet échantillon a été en priorité utilisé pour les mesures de porosimétrie au Cirad.

Un seul échantillon pour caractériser l'état physique du sol est certes insuffisant, mais ce premier prélèvement devait permettre de tester les conditions de conservation de la structure au cours du transport. Pour vérifier si cet échantillon est représentatif de la parcelle, les analyses chimiques courantes ont été effectuées après les analyses de porosimétrie et comparées à celles de l'échantillon composite. L'étude des échantillons non remaniés a été complétée par quelques caractéristiques physiques sur la terre fine ainsi que par le fractionnement physique de la matière organique (Feller 1979) de la terre fine.

La Porosimétrie au mercure permet d'évaluer le volume des vides et la répartition des pores en fonction de leur diamètre équivalent, estimations faites à partir de la loi de Jurin. L'appareil utilisé (Pore Sizer 9310, Micromeritics) permet d'explorer une gamme

¹ Analyses réalisées par le laboratoire du Cirad à Montpellier

de diamètres de pores compris entre 300 et 0.006 μm . L'échantillon de forme cubique et d'un volume limité à 8 cm^3 est déshydraté à l'étuve à 105°C pendant 24 h. Il est alors placé dans la cellule de mesure et soumis à un vide de l'ordre de 1.10^{-5} MPa préalablement à l'intrusion du mercure sous pression dans l'échantillon. Afin de rendre toutes les courbes comparables, les valeurs d'intrusion sont ramenées à un diamètre de référence par interpolation entre deux mesures successives. Les pores sont ainsi assimilés à des tubes cylindriques.

Du fait de la nature gravillonnaire des échantillons, les éléments grossiers sont extraits après passage au porosimètre. Leur volume est mesuré par poussée hydrostatique et leur poids calculé sur la base d'une densité apparente de 2.39. Par différence, on obtient les poids et volumes de terre fine ce qui permet d'en estimer le volume des pores.

La stabilité structurale a été appréciée par la méthode Hénin (1958) : détermination des proportions d'agrégats stables à l'eau, à l'alcool et au benzène.

Le fractionnement de la matière organique a été effectué à partir de la terre fine < 2 mm, avec désagrégation par agitation mécanique de 20 g de terre en suspension dans 100 ml d'eau distillée pendant 4 h. La suspension est ensuite tamisée à 200 μm et 50 μm . Les eaux de lavage des tamis sont concentrées par évaporation pour détermination des teneurs en azote total, ammoniacal et nitrique. Le refus à 50 μm est sonifié (sonde) puis tamisé sous l'eau à 20 μm . Les teneurs en carbone et azote total de chaque fraction solide (< 20 μm ; 20-50 μm ; 50-200 μm et 200-2000 μm) sont déterminées par voie sèche (appareil Leco CHN600) pour C et par attaque Kjeldhal pour N.

Etude de la macrofaune du sol

La macrofaune a été étudiée selon la méthode TSB.F (Tropical Soil Biology and Fertility), décrite par Anderson et Ingram en 1988. Dans chaque parcelle, on a effectué dix prélèvements de terre sur un transect sélectionné aléatoirement et orienté dans le sens de la pente. Les échantillons, de 25 x 25 x 30 cm, sont espacés de 5 m. Le tri de la macrofaune visible à l'oeil nu (insectes, oligochètes, arachnides et myriapodes) a été fait manuellement, sur le terrain et la faune conservée dans de l'alcool à 95°. La macrofaune a été pesée et les individus comptés. Ici, la systématique a été limitée aux ordres. La végétation herbacée, la litière non décomposée ainsi que les racines de l'horizon 0-30 cm ont été prélevées et séchées à 105°C pendant 24 h.

Une première série de prélèvements a été effectuée début juin, soit environ deux mois après le début de la saison des pluies et une seconde série en fin juillet, soit vers la fin de la grande saison des pluies.

Résultats et discussion

Végétation de surface

La végétation ligneuse a été brièvement décrite ci-dessus. La biomasse végétale à la surface du sol est présentée au tableau 1. Elle est constituée de la végétation herbacée et de la litière non décomposée. La végétation ligneuse, sauf les semis, a été maintenue afin de ne pas trop perturber l'essai.

Tableau 1 : Produits végétaux au niveau du sol (en T MS ha^{-1})

Période	Protégée	Feux précoces	Feux tardifs
Juin	2,8	3,4	5,1
Juillet	5,6	7,4	4,5

Globalement, les différences constatées sont faibles mais la nature des produits diffère selon les parcelles. Dans la protection intégrale, on ne trouve que de la litière, le sous-bois étant trop sombre pour permettre aux herbacées de se développer. A l'inverse, dans la parcelle feux tardifs, la strate herbacée en cours de reconstitution ne produit pratiquement pas de litière en quatre mois de végétation. La parcelle feux précoces présente une végétation herbacée et une litière fine résultant de la chute des feuilles depuis décembre.

Dans la parcelle protégée, la litière augmente en cours de saison des pluies, ce qui semble paradoxal mais n'est pas étonnant car en cette saison que les vents sont instantanément les plus violents. Ils provoquent chutes de branches mortes et arrachent les feuilles vertes². Ceci explique également la biomasse plus abondante en juillet dans la parcelle feux précoce où la strate arborée subsiste.

La biomasse racinaire de l'horizon 0-30 cm a également été étudiée à partir des prélèvements effectués lors de l'étude de la macrofaune (Tableau 2)

Tableau 2 : biomasse racinaire de l'horizon 0-30 cm (T MS ha^{-1})

Période	Protégée	Feux précoces	Feux tardifs
Juin	20,3	13,5	13,6
Juillet	15,4 a	16,0 a	7,3 b

Seules les différences observées en juillet sont significatives. La diminution (non significative) des racines dans la parcelle protégée et dans la parcelle "feu tardifs" pourrait être attribuée à la biodégradation des racines de l'année précédente avec l'arrivée de la saison des pluies. Dans le cas de la parcelle "feu précoces" cette biodégradation a peut-être eu lieu dès le passage du feu en décembre, le sol étant encore humide, ce qui expliquerait que l'on ne l'observe pas pendant les pluies.

² Cette observation a également été faite par les auteurs à Korhogo sous diverses espèces

Granulométrie et analyses chimiques

Les résultats des analyses effectuées sur les échantillons composites et sur ceux non remaniés figurent au tableau 3.

Tableau 3 : analyses physico-chimiques

Parcelle		Protégée		Feux précoces		Feux tardifs	
Echantillon		physique composite		physique composite		physique composite	
Ca cob	Cmol(eq).kg ⁻¹	5.7	4.66	4.85	3.22	4.7	3.94
CEC cob	Cmol(eq).kg ⁻¹	9.98	8.17	6.97	5.28	7.5	6.14
K cob	Cmol(eq).kg ⁻¹	0.41	0.34	0.17	0.23	0.26	0.26
Mg cob	Cmol(eq).kg ⁻¹	3.06	2.59	1.24	1.35	1.65	1.57
Mn cob	Cmol(eq).kg ⁻¹	0.07	0.04	0.04	0.01	0.14	0.04
somme		9.18	7.62	6.27	4.8	6.61	5.79
sat		0.92	0.93	0.9	0.91	0.88	0.94
carbone	%	1.93	1.79	1.04	0.96	1.53	1.35
Ntot CHN	mg/g	1.61	1.44	0.7	0.64	1.02	1.00
P Olsen	mg/kg P	11.7	8.4	9.0	15.7	14.6	10.4
P total	mg/kg P	312		278		307	
K tot	mg/kg K	77.21		36.83		41.49	
pH eau		6.55	6.35	6.4	7.1	6.15	6.75
pH KCl		5.9	5.35	5.85	5.95	5.5	5.45
stab alcool	agrégats %	90.72		86.17		87.1	
stab. benzène	agrégats %	73.72		69.74		73.2	
stab eau	agrégats%	85.04		74.68		77.22	
Is Hénin	%	0.56		0.59		0.65	
(A+L) maxi	%	23		21.5		25	
Sab Gros max	%	46.84		48.45		45.38	
argile	%	22.7		14.2		24.2	
lim fin	%	8.6		5.6		9.5	
lim grossiers	%	6.6		5.6		6.5	
sab fin	%	15.5		13.8		16	
sab gros	%	46.7		60.8		43.8	

La similitude de la granulométrie des parcelles "protection intégrale" et "feux" tardifs" est nette. Par contre, la parcelle "feux précoce" présente plus de sables grossiers et moins d'argile, particularité dont il sera tenu compte dans l'interprétation des données de porosimétrie

Les analyses chimiques des deux types d'échantillons (composites ou non remaniés) montrent des résultats similaires pour pratiquement toutes les variables. On peut donc considérer les prélèvements non remaniés comme représentatifs des parcelles.

La parcelle "protégée" présente, logiquement, les teneurs les plus élevées et le complexe absorbant le mieux fourni, en particulier pour Mg et K. Les parcelles "brûlées"

ont un pH légèrement plus acide et, par conséquence, une teneur plus forte en Mn échangeable. Les différences de P assimilable sont trop faibles pour avoir un impact sur la fertilité car toutes les parcelles sont pauvres en P assimilable.

Les teneurs en carbone total et azote total (matière organique) sont environ deux fois plus élevées dans la parcelle protégée du feu.

Porosimétrie au mercure

Le tableau 4 présente les valeurs moyennes (sur 4 mottes constitutives de l'échantillon de départ) obtenues au porosimètre à mercure. La comparaison statistique par le test de Newman-Keuls des différentes situations par paramètre est schématisée par une lettre, une même lettre indique une différence non significative au seuil de 5%.

Tableau 4 : résultats moyens des paramètres obtenus en porosimétrie (terre fine et éventuels gravillons inclus dans la motte analysée)

	feu précoce		feu tardif		parcelle protégée	
	moyenne	erreur type	moyenne	erreur type	moyenne	erreur type
intrusion cm ³ /g	0.1634 a	0.0153	0.1800 a	0.0158	0.1930 a	0.0034
surface spécifique m ² /g	6.36 a	1.28	8.73 a	1.24	7.65 a	0.24
diamètre médian µm	6.64 a	1.48	3.56 a	1.54	11.32 a	3.91
diamètre moyen µm	0.1102 a	0.0158	0.0857 a	0.0080	0.1007 a	0.0015
densité apparente globale	1.873 a	0.039	1.720 b	0.020	1.722 b	0.007
densité des solides	2.699 a	0.077	2.496 a	0.068	2.575 a	0.010
porosité cm ³ /cm ³	0.3046 a	0.0247	0.3089 a	0.0245	0.3311 a	0.0052
EGp %	16.2 a	7.4	3.1 a	1.3	11.8 a	1.5
Egv %	13.1 a	6.3	2.2 a	0.9	8.5 a	1.1
densité apparente TF	1.795 a	0.005	1.705 b	0.014	1.660 c	0.005
intrusion TF cm ³ /g	0.1887 a	0.0127	0.1842 a	0.0149	0.2143 a	0.0016
porosité TF cm ³ /cm ³	0.3387 a	0.0220	0.3137 a	0.0237	0.3558 a	0.0021

Avec: Egp % = taux pondéral des gravillons en % ; Egv % = taux volumique des gravillons en % ;
TF = terre fine < 2 mm

Mises à part les densités apparentes, sol où terre fine, les variations observées ne permettent pas de différencier statistiquement les situations quel que soit le critère retenu.

Le graphique 1 permet de visualiser les caractéristiques porales qui sont résumées dans le tableau 5.

Tableau 5 : caractéristiques porales des parcelles

	feu précoce	feu tardif	parcelle protégée
porosité totale (cm ³ /cm ³)	0.3046	0.3089	0.3311
- diamètre médian µm	6.64	3.55	11.32
limite de classe µm	0.314	0.400	1.950
porosité D>0.3 µm (cm ³ /cm ³)	0.2210	0.1956	0.1928
- diamètre modal µm	20.36	64.37/16.17 *	102.02
- diamètre médian µm	19.01	19.05	106.48
porosité D<0.3 µm (cm ³ /cm ³)	0.0838	0.1133	0.1393
- diamètre modal µm	0.0351	0.0351	0.0448
- diamètre médian µm	0.0523	0.0493	0.0935
% porosité D>0.3µm	72.50	63.32	58.05
% porosité D<0.3µm	27.50	36.68	41.95

* Deux modes sont observés pour cette classe dans la parcelle feux tardifs (explications dans le texte)

Les courbes de distribution de la taille des pores, dérivées des courbes cumulées (figure 1), montrent une distribution nettement bimodale, séparant la porosité en deux grandes classes de pores pour un diamètre moyen de l'ordre de 0.35µm en ce qui concerne les parcelles soumises à brûlage et de 2µm pour la parcelle protégée (Tableau 5). La valeur de diamètre de 0.35µm est équivalente à celle observée ailleurs sur des sols ferrallitiques (Carvalho et al, 1991 ; Hartman, 1991) ou ferrugineux du Sénégal (Colleuille, 1993).

La première classe (D<0.3µm) est la porosité matricielle due à l'assemblage des particules les plus fines du sol. La parcelle protégée présente une porosité plus importante que les parcelles brûlées. De plus, les valeurs supérieures du diamètre modal et du diamètre médian dans la parcelle protégée caractérisent un plus grand étalement de ce type de porosité qui est vraisemblablement dû à une protection par la matière organique. La hauteur du pic est logiquement proportionnelle à la teneur en argile.

La seconde classe (D>0.3µm) correspond à la porosité ménagée par l'assemblage des agrégats entre eux. Cette partie des courbes présente une allure monomodale, plus ou moins prononcée, pour la parcelle "feux précoces" et pour la parcelle protégée, et une allure bimodale pour la parcelle "feux tardifs". Dans ce dernier cas, la mauvaise définition du mode peut être attribuée à la présence d'assemblages, plus ou moins compacts, d'agrégats incluant, plus ou moins, de sables et limons grossiers (Colleuille, 1993). La nature graveleuse des échantillons pourrait exacerber ce phénomène. La parcelle protégée présente une porosité légèrement plus faible que celles des parcelles soumises à brûlage, mais de diamètre médian très supérieur caractérisant une porosité plus grossière.

Globalement, les parcelles soumises au brûlage présentent des caractères de compacité plus prononcée que la parcelle protégée (figure 1). L'utilisation d'une distribution de la porosité en quatre classes de diamètre de pores (tableau 6), fonctionnelles par rapport à l'eau (Chamayou, Legros, 1989), permet de bien mettre en

évidence les différences observées (tableau 7).

Tableau 6 : classes de porosité fonctionnelle

Porosité	Limites(µm)	Qualité
macro	300>D>60	drainage, aération
méso	60>D>6	écoulement lent
micro	6>D>0.2	l'essentiel de la RU
matricielle	D<0.2	PF4,2

Avec : RU : réserve en eau utile et PF4,2 : point de flétrissement

Ainsi, par rapport à la parcelle protégée, les parcelles "brûlées" présentent:

- une porosité matricielle dépendant du taux d'argile,
- une microporosité plus importante,
- une mésoporosité plus importante avec une supériorité pour le feu précoce,
- une baisse de la macroporosité de l'ordre de 50%.

Tableau 7 : comparaison des classes de porosité fonctionnelle

Classes fonctionnelles de porosité	feux précoces		feux tardifs		parcelle protégée	
	Porosité (cm ³ /cm ³)	Porosité relative (%)	Porosité (cm ³ /cm ³)	Porosité relative (%)	Porosité (cm ³ /cm ³)	Porosité relative (%)
macro	0.0436	14.3% b	0.0532	17.3% b	0.1129	34.1% a
méso	0.1092	35.8% a	0.0812	26.3% b	0.0623	18.7% c
micro	0.0747	24.5% a	0.0738	23.9% a	0.0589	17.7% a
matricielle	0.0773	25.4% a	0.1006	32.5% a	0.0980	29.5% a

Note : macro + méso-porosité = porosité "biotique"

En conclusion, si les critères globaux de la porosité ne différencient pas statistiquement les traitements, l'étude de la distribution de cette porosité permet de mettre en évidence une augmentation notable de la macroporosité dans la parcelle protégée par rapport aux parcelles "brûlées". La période de mise à feux ne semble influencer que sur la mésoporosité qui diminue du "feu précoce" aux "feux tardifs" avec un changement très net du type de distribution des pores..

Stabilité structurale.

La parcelle protégée et les parcelles "feux tardifs" et "feux précoces" ont, respectivement, un Indice de stabilité structurale (Is) de 0.56, 0.65 et 0.59. Ces différences ne sont pas significatives (Tableau 3). En outre, le critère log 10Is < 1 montre que les trois parcelles ont des sols à structure très stable. Le feu ne semble donc pas affecter la stabilité structurale des sols ferrallitiques.

Matière organique. (tableau 8)

Le taux de matière organique qui est de 3.32% pour la parcelle protégée passe à 2.63% pour la parcelle "feux tardifs" et à 1.79% pour la parcelle "feux précoces". Le feu et l'époque de brûlage affectent donc sérieusement ce paramètre, mais l'on aurait pu s'attendre à une inversion entre feu tardif et feu précoce. Les concentrations en carbone et azote évoluent dans le même sens et conduisent à des valeurs de C/N plus importantes pour les parcelles soumises aux feux. La matière organique, ainsi que l'on pouvait s'y attendre s'y décompose moins rapidement.

Tableau 8 : Résultats relatifs au fractionnement de la matière organique.

	fractions			sols					
	parcelle protégée	feu tardif	feu précoce	parcelle protégée	feu tardif	feu précoce			
M.O%				3.32	2.63	1.79			
C%total				1.93	1.53	1.04			
N‰ total				1.61	1.02	0.70			
C/N				12.0	15.0	14.9			
C% f <20µm	3.34	3.07	3.65	0.96	1.00	0.74			
C% f 20-50µm	1.69	1.16	0.94	0.10	0.07	0.04			
C% f 50-200µm	1.85	1.08	0.67	0.37	0.22	0.11			
C% f >200µm	0.77	0.47	0.17	0.33	0.18	0.10			
	‰	C/N	‰	C/N	‰	C/N	Qt exprimées mg g ⁻¹ sol		
N‰ f <20µm	3.51	9.5	2.26	13.5	2.72	13.4	1.01	0.74	0.55
N‰ f 20-50µm	1.50	11.2	0.82	14.1	0.68	13.8	0.09	0.05	0.03
N‰ f 50-200µm	1.79	10.3	0.83	13.0	0.51	13.1	0.35	0.17	0.08
N‰ f >200µm	0.66	11.6	0.32	14.6	0.22	7.7	0.28	0.12	0.13
N soluble (mg kg ⁻¹)							62.0	48.5	68.2
N soluble NH ₄ (mg kg ⁻¹)							17.0	6.0	16.0
N soluble NO ₃ (mg.kg ⁻¹)							11.0	4.0	14.0

Le fractionnement granulométrique de la matière organique montre une distribution pratiquement équivalente entre le carbone et l'azote. La fraction fine (A+Lf) représente de la moitié au trois-quarts de la quantité totale de la matière organique. Le rapport C/N des fractions de la parcelle protégée montre une humification avancée de tous les compartiments organiques. En passant du feu tardif au feu précoce et à l'absence de feu, la répartition de l'azote dans les diverses fractions est beaucoup plus équilibrée (figure 2). Les teneurs des diverses fractions diminuent fortement entre la parcelle protégée et les deux parcelles brûlées, même dans le cas de la fraction la plus fine (tableau 9) bien que dans ce cas la perte de teneur en N est beaucoup plus faible.

Tableau 9 : Evolution des teneurs en N (% relatif) des parcelles feu précoce et tardif par rapport à la parcelle protégée.

Fraction	0-20 µm	20-50 µm	50-200 µm	200-2000 µm
Feu tardif	-35.6	-45.3	-53.6	-51.5
Feu précoce	-22.5	-54.7	-71.5	-66.7

Macrofaune du sol

L'ensemble de la macrofaune du sol a été prélevée. Seuls les termites et les vers de terre sont abondants partout. Tous les autres organismes ne sont représentés que par quelques individus : nous n'en traiterons pas ci-après. Le tableau 10 présente les principaux résultats.

Tableau 10 : Poids total de la macrofaune du sol et nombre de termites et de vers de terre présents dans la litière et dans l'horizon 0-30 (en g et en nombre par m²).

Période	Parcelle	Poids faune (g/m ²)	Termites (n/m ²)*	Vers de terre (n/m ²)**
Juin	Protégée	44,3	2700	500
	Feux précoces	26,6	2800	300
	Feux tardifs	17,9	1180	250
Juillet	Protégée	25,3	800	380 a
	Feux précoces	18,8	1600	260 ab
	Feux tardifs	31,0	1800	150 b

* Arrondi à la centaine ; ** arrondi à la dizaine

L'essentiel du poids de la faune est représenté par les vers de terre ce qui explique la relation linéaire entre le nombre de vers et le poids de la faune en juin.

Néanmoins, si l'on constate une diminution globale de la faune dans les horizons de surface dans les parcelles boisées entre juin et juillet il n'en est pas de même pour la parcelle feux tardifs. L'accroissement de la faune dans ces horizons pourrait être rattaché à la diminution sensible des racines vivantes qui y a été observé. On pourrait alors émettre l'hypothèse qu'en fonction de l'état boisé ou non, les vers de terre travaillent à des profondeurs différentes pendant la saison des pluies. Cette hypothèse pourrait être confirmée par les observations de Louppe (1996)³ qui note l'abondance des turricules de vers de terre dans la parcelle feux tardifs alors qu'il n'en retrouve pas dans les autres traitements. Ceci n'est pas sans importance pour l'interprétation des analyses chimiques et structurales des sols.

³ Contrairement à ce qu'il avait avancé dans son document de 1996, les turricules cuits par le passage du feu se désagrègent en saison des pluies.

Discussion générale

Les analyses montrent normalement une meilleure richesse chimique de la parcelle en protection intégrale. Par contre, l'horizon 0-15 de la parcelle feux tardifs, dans laquelle la végétation arboré a pratiquement disparu, est plus riche en carbone et en azote que la parcelle feux précoces. Ce résultat est paradoxal, on se serait attendu au contraire.!

La porosimétrie montre également que cette parcelle feux tardif a - toujours dans l'horizon 0-15 - des pores de diamètre supérieurs - pas tous, il y a deux modes - au feu précoce.

Le feu tardif serait-il, pour le sol, meilleur que le feu précoce ? Certainement pas! Nous allons essayer ici de préciser - ou d'émettre des hypothèses - le pourquoi de ces constatations.

Le taux de matière organique plus élevé en surface dans la parcelle feux tardifs que dans la parcelle feux précoces pourrait s'expliquer par la durée de présence des herbacées sur ces parcelles. Comme le feu précoce détruit dès la fin de saison des pluies, la matière organique, celle-ci ne peut être transformée et intégrée au sol par les termites (et par les vers de terre ou autres organismes) tant que le sol reste suffisamment humide. Par contre, cette intégration peut se faire jusqu'en mars, donc pendant une période supplémentaire de trois mois, dans la parcelle "feux tardifs".

D'autres facteurs pourraient apporter une part d'explication : par exemple, les mesures effectuées par Louppe (1996) montrent que l'impact du feu tardif qui passe extrêmement rapidement (8 minutes entre l'allumage et l'extinction totale pour une surface de 2 ha) n'influe aucunement sur la température du sol à un cm de profondeur. Au contraire, il a mesuré une température plus basse que sous sol nu non brûlé. Ces mêmes mesures n'ont pu être réalisées pendant le feu précoce mais il se pourrait que le feu, même moins violent mais plus lent (plus d'une heure pour une surface de un ha) augmente la température des horizons superficiels du sol et ait donc un effet négatif sur l'activité de la pédofaune.

Une autre hypothèse déjà énoncée ci-dessus est que l'activité des vers de terre se situe dans des zones différentes selon le couvert végétal et la saison. Elle serait plus intense et plus profonde dans la parcelle sous forêt que dans celles brûlées.. Cet effet vers de terres et l'effet des racines, qui sont certainement plus profondes sous forêt, nécessiterait d'être étudié par une analyse complète du profil sous les divers couverts.

Bibliographie

- Aubréville, A. [1953]. Les expériences de reconstitution de la savane boisée en Côte d'Ivoire. Bois et Forêts des Tropiques, n°32 - 4-10
- Carvalho et al, 1991
- Chamayou, Legros, 1989
- Colleuille, 1993
- CTFT-CI [1969]. Note sur les parcelles d'expérience concernant l'action des feux de brousse (Kokondékro 1969). CTFT-CI, Bouaké, 5p.
- Dereix, Ch. & N'Guessan, A. [1976]. Etude de l'action des feux de brousse sur la végétation. Les parcelles feux de kokondékro. Résultats après quarante ans de traitement. CTFT-CI, Bouaké, 32p. + graphiques.
- Hartman, 1991
- Hénin, S. Monnier, G. & Cambeau, A. [1958]. Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. Annales agronomiques 1:73-92.
- IEMVT [1990] Les feux de brousse. Fiche technique d'élevage tropical n°3. Maison Alfort, 12p.
- Feller, C. : une méthode de fractionnement granulométrique de la matière organiques des sols tropicaux à texture grossière, très pauvres en humus. cah; ORSTOM série Pédologie vol 27, 4 : 339-346
- Louppe, D.; Ouattara, N. & Coulibaly, A. [1995] Effets des feux de brousse sur la végétation. Bois et forêts des tropiques, n° 245 - 3è trimestre 1995. pp 59-69.
- Louppe, D.; Ouattara, N. & Coulibaly, A. [1995] The effects of brush fires on vegetation : the Aubréville fire plots after 60 years. Commonwealth Forestry Review 74(4), 1995, pp 288-292.
- Louppe, D. [1996]. Température du sol après feu de brousse - Mise à feu de la parcelle feu tardif - Kokondékro - 8 mars 1996. IDEFOR-DFO/CIRAD-Forêt, Korhogo-Abidjan, mars 1996, 8p.
- Monnier, Y. [1968]. Les effets des feux de brousse sur une savane préforestière de Côte d'Ivoire. Abidjan, Etudes Eburnéennes n°9, 260p.
- Ouattara, N. [1994]. Etude de la macrofaune du sol sous divers couverts végétaux en zone préforestière et de savane soudano-guinéenne dans la moitié nord de la Côte d'Ivoire. Mémoire de D.E.S.S., Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone tropicale. 71p.
- Ouattara, N. & Louppe, D. [1996]. Les parcelles feux d'Aubréville, quelles leçons en tirer ? *Le Flamboyant*, n. 38, p. 26-28.
- Vuattoux. [1968]. Le peuplement du palmier ronier (*Borassus aethiopum*) d'une savane de Côte d'Ivoire. Annales de l'Université d'Abidjan, 1968, Série E,T1,F1 138p.

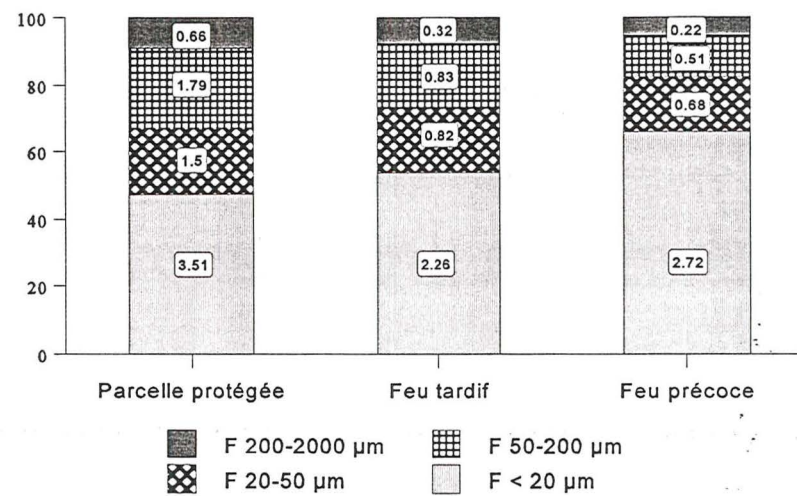


Figure 2 : Richesse relative en azote des diverses fractions granulométriques du sol. (en encadré les teneurs de chaque fraction mg g^{-1} de sol).

INFLUENCE DU PÂTURAGE SUR LA DYNAMIQUE DE LA VÉGÉTATION LIGNEUSE EN NORD CÔTE D'IVOIRE

N'Klo Ouattara ¹ & Dominique Louppe ²

¹. CNRA, Station Kamonon Diabaté, BP 947, Korhogo, Côte d'Ivoire
². Cirad-forêt, 01 BP 6483, Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Atelier sur l'aménagement des forêts sèches
Ouagadougou : 16-20 novembre 1998

RÉSUMÉ

Dans la zone soudano-guinéennes du Nord de la Côte d'Ivoire, les troupeaux sont dirigés vers les espaces boisés (jachères, forêts claires et savanes boisées) pendant la saison des pluies afin d'éviter les dégâts aux cultures. Ces "réserves forestières" sont également pâturées en saison sèche et notamment à la fin de celle-ci quand les ligneux recommencent à être feuillés avant que les herbacées ne reverdissent.

Un dispositif expérimental a été installé en 1995 afin de comparer la charge potentielle d'une savane boisée pâturée par un troupeau exclusivement bovin ou par un troupeau mixte : bovin + ovin + caprin. Au sein de cet essai, une expérimentation complémentaire a été mise en place afin d'étudier l'impact de ces troupeaux sur la végétation ligneuse et notamment sur sa régénération. A cette fin, dans le pâturage de chacun des troupeau ont été installés 10 placeaux dont cinq clôturés. Les effets des feux sont exclus de l'expérimentation. Deux inventaires détaillés, comprenant la cartographie des ligneux, ont été réalisés en 1995 et en 1998.

En trois années, il semble que la dégradation de la végétation ligneuse (effectifs, espèces) soit plus importante dans les parcelles pâturées par le troupeau mixte. A contrario, on note une nette recolonisation de l'espace par les ligneux dans les parcelles à bovins exclusifs.

Dans l'ensemble, la régénération se fait essentiellement par semis naturel. Il y a très peu de rejets ou de drageons, les arbres n'étant pas exploités et le sol n'étant pas travaillé. Cette régénération est légèrement plus abondante dans les parcelles en défens que dans celles pâturées où elle est plus importante pour le cheptel bovin que pour le troupeau mixte.

Mots clés : savanes soudano-guinéennes, pâturage, bovins, ovins, caprins, régénération ligneuse, Côte d'Ivoire

INFLUENCE OF GRAZING ON THE WOODY VEGETATION DYNAMICS IN NORTH OF CÔTE D'IVOIRE

N'Klo Ouattara ¹ & Dominique Louppe ²

¹. CNRA, Station Kamonon Diabaté, BP 947, Korhogo, Côte d'Ivoire,
² Cirad-forêt, 01 BP 6483, Abidjan 01, Côte d'Ivoire,

Workshop on dry forest management
Ouagadougou: 16-20 November 1998

Abstract

In the Soudano-Guinean zone of the North of Côte d'Ivoire, cattle are directed toward the wooded spaces (fallow, forests and wooded savannas) during the rainy season in order to avoid damages to cultures. These "forest" reserves are also grazed in dry season and notably at the end of this one when the woody restart to be leafed before the herbaceous are green again.

An experimentation has been installed in 1995 in order to compare the potential cattle load of a wooded savanna grazed exclusively by a herd bovine or by a mixed herd: bovine + ovine + caprin. Within this test, a complementary experimentation was setting up in order to study the impact of these herds on the woody vegetation and notably on the regeneration. To this end, in the grazing of each of the herd have been installed 10 plots of which five enclosed. Effects of fires are excluded of the experimentation. Two inventories detailed, containing the cartography of the woody, have been achieved in 1995 and in 1998.

In three years, it seems that the deterioration of the woody vegetation (efficient, species) is more important in parcels grazed by the mixed herd. To the opposite, one notes a clean recolonisation of the space by the woody in parcels to exclusive bovines.

On the whole, regeneration essentially makes himself by natural seedling. There is very few dismissals or suckers, trees not being exploited and soil not being worked. This regeneration is slightly more abundant in protected parcels that grazed in those where it is more important for the bovine livestock that for the mixed herd.

Key words: soudano-Guinean savannas, grazing, bovines, ovines, caprins, woody regeneration, Côte d'Ivoire, Afrique

PROBLEMATIQUE

Les savanes soudano-guinéennes du Nord de la Côte d'Ivoire sont à vocation agropastorale. Elevage et agriculture y cohabitent étroitement ce qui ne va pas sans heurt. Les conflits entre agriculteurs et éleveurs sont fréquents du fait des dégâts aux cultures causés par le bétail en divagation. Aussi, en saison des pluies, pour protéger les cultures les troupeaux sont dirigés vers les jachères et les formations boisées, classées ou non. Ce pâturage en forêt est aussi très important en fin de saison sèche quand les arbres commencent à débourrer alors que l'herbe n'a pas encore reverdi¹.

Certains ligneux composant ces formations végétales sont d'excellents fourragers très recherchés par le bétail, notamment *Azelia africana*, *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus erinaceus*, pour ne citer que les plus connues dont le bois précieux a une très grande valeur commerciale. Les feuilles fraîches de ces arbres constituent en saison sèche un appoint fourrager non négligeable.

La dynamique de la végétation, dans les jachères et dans les formations forestières risque de subir des perturbations profondes suite au parcours du bétail :

- le piétinement compromet le développement des plantules ;
- l'abroustissement peut entraîner la disparition des jeunes plants des espèces appréciées ;
- l'espace risque d'être envahi par des espèces ligneuses de moindre qualité fourragère et technologique.

Si cela se vérifie, il faut alors s'attendre à une modification botanique radicale du milieu, préjudiciable aussi bien aux éleveurs (pâturage appauvri) qu'aux forestiers (disparition des essences commerciales). Un certain nombre de questions se posent aux écologues et aux aménagistes :

- Quelles sont les espèces appréciées ou pas ? Par quel type d'animaux ? L'importance de l'abroustissement est-elle fonction de l'espèce ?
- Quel impact a le pâturage sur la régénération des ligneux et sur leur croissance juvénile ?
- Y a-t-il une réelle menace de disparition définitive de certaines espèces fourragères sous la dent des animaux en cas de surpâturage ?
- Le bétail, du moins les bovins, favorise l'embroussaillage des pâturages. Les ligneux envahissants ont-ils un intérêt pastoral ou forestier ?
- Quelle est la vitesse de reconstitution de la forêt lors de la mise en défens de pâturages ?
- Quelles sont les espèces qui profitent le plus de cette protection ?

L'étude en cours souhaiterait trouver réponse à quelques unes de ces questions.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

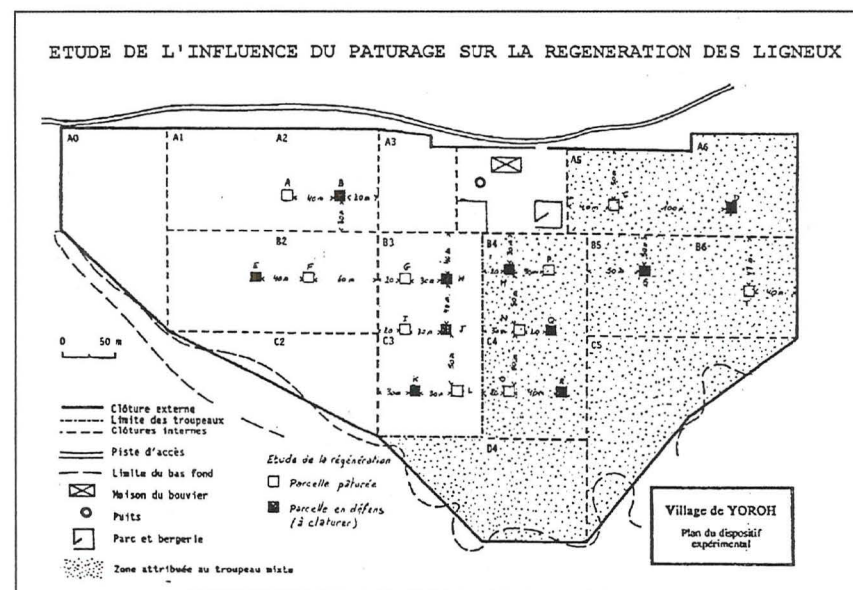
Le site d'études

Le terroir de Yoroh est situé, par 9°32' Nord et 5°53' Ouest, à 40 km à l'ouest de Korhogo, dans la zone de savanes sub-soudaniennes, au Nord de la Côte-d'Ivoire.

Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies de six mois (avril-octobre) et une saison sèche de six mois également (octobre-avril). Cette dernière est caractérisée par un vent sec et frais soufflant du nord-est vers le sud-ouest, desséchant tout sur son passage : l'harmattan. La pluviométrie est de 1200 mm/an avec une très forte variabilité interannuelle.

La végétation naturelle initiale qui était la forêt dense sèche s'est dégradée sous l'action de l'homme en savanes arborées, boisées ou arbustives selon la pression agricole et pastorale et les feux de brousse. A Yoroh l'expérimentation est installée dans une vieille jachère arbustive surmontée par de grands arbres qui avaient été conservés lors de la phase de cultures.

Le sol, résultant de la décomposition d'une roche-mère constituée de granites calco-alcalin du précambrien (Adjanohoun, 1994), est ferrallitique, moyennement désaturé et peu profond.



¹ Sauf en cas de feux de brousses qui permettent aux herbes pérennes de reverdir

Dispositif expérimental

La carte ci-dessus présente le dispositif expérimental. Celui-ci est installé sur 20 ha d'une vieille jachère avec de petits arbres et arbustes assez denses (Tableau 1) ; la strate arborée est assez clairsemée. La strate herbacée irrégulière est dominée par *Hyparrhenia dissoluta*.

Une moitié de la parcelle est pâturée par un troupeau exclusivement bovin et l'autre par un troupeau mixte composé de bovins, de caprins et d'ovins. Ces deux troupeaux sont gérés de manière à éviter le surpâturage. Ainsi sera-t-il possible d'évaluer l'optimum de la production protéinique du milieu en fonction de la composition spécifique des troupeaux et de leurs modes alimentaires différents. Pour cela, les troupeaux passent d'une sous parcelle à une autre, dans le secteur qui leur est réservé, en fonction du potentiel alimentaire. Cette gestion du pâturage permet d'éviter la dégradation de la végétation et lui laisse le temps de se restaurer entre deux périodes de pâture.

Pour l'étude de la régénération des ligneux, 20 placettes de 1 are (10m x 10m) ont été abornées ², 10 dans le pâturage destiné aux bovins et les 10 autres dans celui du troupeau mixte. Cinq placettes, de chaque côté, ont été mises en défens par une clôture constituée de fils de fer barbelé pour les bovins ou de grillage pour le troupeau mixte.

Le dispositif expérimental est un split-plot à 5 blocs éclatés.

Suivi de l'essai

Le dispositif prévoit un inventaire chaque année pendant cinq ans pour bien suivre la dynamique de la végétation ligneuse. Particulièrement celle de la régénération des ligneux qui est supposée varier rapidement pendant cette période. Par la suite, une fois la régénération installée, le suivi se fera tous les trois ans.

Un premier inventaire de caractérisation de la situation initiale a été effectué avant la pose des clôtures. Dans celui-ci, tous les individus, semis compris, ont été localisés en coordonnées cartésiennes. Après un an, un comptage a été réalisé mais celui de seconde année n'a pas été fait en raison du fort envahissement des parcelles en défens par les herbacées. Il y avait un risque d'entraîner un déséquilibre en écrasant les jeunes semis cachés sous les herbes

L'inventaire de troisième année a été fait dans les mêmes conditions que celui de départ, c'est à dire en cartographiant tous les plants.

Pour simplifier l'analyse, on a distingué trois classes de développement végétatif des ligneux :

- la **régénération** (Rég) regroupe l'ensemble des semis, rejets et drageons de moins de 2 cm de circonférence à 1,30 m du sol (une souche portant plusieurs rejets est comptabilisée comme un seul individu). Cette classe est la plus

² Bornes de 10 x 10 x 50 cm, enterrées sur 40 cm

sensible, elle est soumise aux risques liés à l'abroustissement, au piétinement et aux feux accidentels ;

- la **régénération acquise** (RA) comprend tous les individus dont la circonférence, à 1,30m du sol, est comprise entre 2 et 21 cm, bornes incluses (chaque tige est ici comptabilisée ; il peut donc y en avoir plusieurs sur une même souche). Dans cette classe la majorité des plants échappent à la dent du bétail mais restent fortement sensibles aux feux ;
- les **arbres** et arbustes (A) : plants de plus de 21 cm de circonférence à 1,30 m du sol qui ne craignent plus ni feu ³ ni bétail.

Les variables mesurées sont les suivantes :

- diamètre au collet et hauteur totale pour la régénération et la régénération acquise ;
- circonférence à 1,30m du sol et hauteur totale pour et les arbres et arbustes.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Végétation initiale (1995)

L'inventaire d'avril 1995 a permis d'avoir une image de la végétation au temps T0 de l'expérimentation. Le feu n'était pas passé sur le site d'étude depuis un an. Avant cela les feux de brousse étaient réguliers, selon les usages locaux.

Une cinquantaine d'espèces ligneuses ont été recensées au cours du premier inventaire. Les vingt espèces les plus fréquentes représentaient à elles seules 93,8% des individus. En moyenne, 15.000 individus par hectare ont été dénombrés, incluant les semis et jeunes rejets. La régénération à elle seule, en majorité par semis ⁴, représentait 12.500 individus par hectare.

Evolution de la végétation entre 1995 et 1998

Nombre d'individus

Le tableau 1 présente l'évolution du nombre d'individus par classes, sur une surface de un are.

On y constate qu'entre l'inventaire de départ et celui à un an, le nombre d'individus diminue parfois assez fortement. Ceci peut s'expliquer par le fait que les clôtures n'ont

³ Nous sommes dans un milieu où le feu est très fréquent. N'arrivent à cette taille que les espèces qui tolèrent un passage répété des feux, sauf dans certaines situations particulières naturellement protégées, comme les termitières où il n'y a pas de matières combustibles au sol et où peuvent se développer des espèces plus sensibles.

⁴ Comme nous sommes dans un site où il n'y a eu que peu d'exploitations récentes d'arbres et où le sol n'a pas été cultivé depuis longtemps, il n'y a aucune raison de trouver abondance de rejets et drageons. La majorité des rejets observés sont ceux de semis ou jeunes plants dont la partie aérienne a été détruite par le feu ou par abroustissement.

pas été posées immédiatement après les observations et que les ouvriers ont parfois recépé des plants de bordure pour pouvoir travailler aisément. Ceci est très net, notamment dans une parcelle dont un coin était au centre d'un petit bosquet buissonnant difficile d'accès.

Tableau 1 : Evolution du nombre de pieds ligneux (n/are) entre 1995 et 1998 dans des pâturages exploités par deux types de troupeaux et dans des parcelles en défens.

Année	Troupeau bovin pâturé			Troupeau bovin en défens			troupeau mixte pâturé			troupeau mixte en défens		
	Rég	RA	A	Rég	RA	A	Rég	RA	A	Rég	RA	A
1995	126.2	17.2	7.8	132.0	24.2	5.6	116.8	21.2	3.4	124.2	16.2	6.2
1996	112.6	8.8	6.2	111.2	9.6	5.0	102.0	12.0	4.0	134.6	16.4	5.4
1998	123.0	8.6	6.0	142.4	13.0	5.0	125.6	11.6	3.2	120.4	15.2	6.4

Tableau 1b : Evolution du total des pieds ligneux

	Troupeau bovin pâturé	Troupeau bovin en défens	Troupeau mixte pâturé	Troupeau mixte en défens
1995	151.2	161.8	141.4	146.6
1996	127.6	125.8	118.0	156.4
1998	137.6	160.4	140.4	142.0

Rég : régénération, RA = régénération acquise, A = arbres et arbustes

A l'exception de la perte dans les régénérations acquises entre 1995 et 96, les différences ne sont pas significatives. Le niveau du peuplement est resté assez stable au cours des trois ans. Il est impossible sur de simples comptages de conclure que le pâturage de l'un ou l'autre troupeau défavorise la régénération.

Par contre, on ne constate pas d'augmentation de la régénération acquise. Ce qui montre qu'il y a un hiatus avec le semis. Ceux-ci ne peuvent se développer pour passer du stade plantule au stade régénération acquise. Dans les parcelles pâturées, cela s'explique par la dent du bétail pour les espèces appréciées et par le piétinement pour les espèces dédaignées. Mais comment expliquer ceci dans les parcelles en défens ? Dans ces dernières, comme nous l'avons vu plus haut, le développement des graminées et autres herbacées est très important. Cette végétation abondante domine et concurrence les semis ligneux qui ne peuvent se développer normalement ou meurent.

Espèces ligneuses

Nous ne nous intéresserons ici qu'à la régénération. Les arbres déjà installés restent en place sauf accident. Les jeunes plants sont soit confrontés à la dent d'un bétail plus ou moins friand de certaines espèces, soit à la concurrence des herbacées. Comment

réagissent ils à ces contraintes ?

Sur la cinquantaine d'espèces recensées, seulement 11 présentent une régénération conséquente. Le tableau 2 ne présentera que celles-ci. En annexe, l'ensemble des espèces recensées est présenté.

Tableau 2 : Evolution du nombre par are des semis des espèces représentatives en fonction du pâturage par deux troupeaux et de la mise en défens.

Espèces	Bovins pâturé		Bovins en défens		Troupeau mixte pâturé		Troupeau mixte défens	
	1995	1998	1995	1998	1995	1998	1995	1998
<i>Annona senegalensis</i>	2.6	9.0	5.4	9.2	3.0	7.6	3.8	7.8
<i>Bridelia ferruginea</i>	4.8	21.8	10.2	30.0	7.2	13.2	3.6	6.8
<i>Cassia sieberana</i>	1.6	8.8	1.4	3.6	0.4	0.6	3.2	1.8
<i>Detarium microcarpum</i>	0	0	0	0	16.6	15.2	8.8	6.0
<i>Dichrostachys cinerea</i>	53.0	20.2	43.8	19.0	11.4	3.4	30.6	11.0
<i>Gardenia sp.</i>	9.6	8.6	5.2	5.2	6.6	5.6	5.8	5.0
<i>Pericopsis laxiflora</i>	6.0	3.0	0	3.8	10.6	7.0	2.4	4.0
<i>Piliostigma thonningii</i>	6.2	9.2	9.0	11.0	3.8	3.8	5.6	4.8
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	20.8	16.4	19.2	17.0	15.4	9.6	13.2	7.8
<i>Terminalia glaucescens</i>	8.8	10.2	17.2	17.8	6.2	4.4	6.6	8.2
<i>Terminalia laxiflora</i>	0.4	1.6	0.4	5.4	1.4	0.6	5.0	2.0
Autres espèces	35.8	22.3	20.2	20.4	34.2	54.6*	35.6	55.2**
TOTAL	126.2	123.0	132.0	142.4	116.8	125.6	124.2	120.4

* dont un fort envahissement par *Combretum velutinum* et *Vitex doniana*

** *Combretum velutinum* seul est ici envahissant

Le dispositif expérimental est lié à la contrainte d'un pâturage de taille suffisante pour chacun des troupeaux. Pour cette raison, la situation de départ n'est pas identique sur chaque moitié du site. En témoignent l'absence de *Detarium microcarpum* et de *Combretum velutinum* dans les parcelles attribuées aux bovins. Bien que sur le même versant de la vallée, donc sur une même séquence pédologique ⁵, il existe des différences de végétation attribuables, peut-être, à une historique culturelle différente des parcelles. Il est donc difficile de faire des comparaisons rigoureuses, mais certaines tendances se dégagent.

Ainsi, quel que soit le traitement, *Annona senegalensis* et *Bridelia ferruginea* sont des espèces qui pourraient être envahissantes. A contrario, *Dichrostachys cinerea* a fortement diminué dans tous les traitements. Cette espèce n'aimerait ni être pâturée ni être concurrencée par les herbacées. La majorité des autres espèces dominantes semble se régénérer de la même manière dans les différentes conditions.

⁵ C'est d'ailleurs pour cette homogénéité apparente du sol que ce site a été choisi.

La seule espèce de grande valeur technologique présente en grand nombre dans cet essai est *Pterocarpus erinaceus*. Quel que soit le traitement, le nombre des semis a diminué mais pas plus dans les parcelles pâturées que dans les autres. Cette espèce est pourtant fortement appréciée. L'espèce semble se régénérer correctement. Cependant, on est obligé de constater une régression du nombre de régénérations acquises dans la parcelle bovins. Cette classe n'étant pratiquement représentée chez le troupeau mixte n'a donc pas souffert. On peut en conclure que *Pterocarpus erinaceus* se régénère très bien mais est soumis à des contraintes qui empêchent les semis de passer au stade suivant. L'espèce est donc menacée à plus ou moins long terme.

Sur le terrain, l'influence des deux types de troupeau est nettement visible. Les ligneux dans les classes "régénération" et "régénération acquise" sont sévèrement abrutis dans les parcelles pâturées par le troupeau mixte. Les caprins et ovins vont même s'attaquer aux écorces de certains sujets. Quant au broutage des bovins, il est plus sélectif sur les ligneux et ne concerne que les feuilles et rameaux.

Nous pouvons retenir de ces observations que la recolonisation d'une jachère par les ligneux sera moins perturbée par le broutage des bovins que par celui des petits ruminants. Actuellement, dans la situation particulière de cette expérimentation, aucun chiffre ne nous permet d'affirmer que le pâturage par les bovins favorise la régénération des ligneux, comme l'indique César (1987), par rapport à une mise en défens. En effet, même si les bovins prélèvent essentiellement des graminées et éliminent ainsi la concurrence avec les ligneux, le piétinement et l'abrutissement annulent cet avantage.

Surface terrière

La surface terrière n'est mesurée que sur la classe des arbres et arbustes de plus de 7 cm de diamètre à 1,30 m.

Le tableau 3 et le graphique 1 présentent l'évolution des surfaces terrières (G) entre 1995 et 1998.

Tableau 3 : Evolution de la surface terrière, en trois ans, en fonction du pâturage par deux troupeaux et de la mise en défens.

		Surfaces terrières (m²/ha)		Accroissement
		1995	1998	(en %)
Troupeau bovin	Pâturé	6,42	8,66	34,9
	Défens	5,72	7,79	36,2
Troupeau mixte	Pâturé	4,20	5,24	24,8
	Défens	6,67	9,74	46,0

Les accroissements en surface terrière qui sont de l'ordre de 0,7 m².ha⁻¹.an⁻¹ pour les parcelles du troupeau bovin passent à 1,0 m².ha⁻¹.an⁻¹ pour les parcelles en défens du côté du troupeau mixte, ce qui laisserait supposer que les sols y sont plus fertiles. Malgré cela la croissance dans les parcelles pâturées par le troupeau mixte n'a été que

de 0,35 m².ha⁻¹.an⁻¹. Ces parcelles étaient moins densément boisées au départ mais leur accroissement relatif (tableau 3) est également inférieur à celui des autres traitements. Bien que les différences ne sont pas statistiquement significatives ⁶ ceci laisse supposer un effet dépressif du pâturage par les ovins et caprins sur la croissance des arbres. Il est probable que l'abrutissement intense des jeunes feuilles de la partie basse du houppier, riches en éléments nutritifs, déséquilibre l'alimentation des arbres qui croissent donc moins vite. Au contraire ceci devrait favoriser la production des petits ruminants.

Ceci est conforté par les résultats de Zoumana et César (1995) qui ont montré que les bovins se nourrissent essentiellement de graminées quand celles-ci sont en abondance contrairement aux caprins qui se nourrissent essentiellement de ligneux et les ovins de 60 % de graminées et 40 % de ligneux.

Répartition des ligneux en fonction des classes de développement végétatif

D'une manière générale, la régénération est la classe la plus abondante, aussi bien en 1995 qu'en 1998. Elle représente 88 % des individus. La régénération acquise 8 % et les arbres adultes 4 %.

Les semis représentent 81 % de la régénération avec un maximum de 87 % dans les parcelles en défens et un minimum de 68 % pour le troupeau mixte pâturé (tableau 4).

Tableau 4 : Taux de semis, rejets et drageons dans la régénération ligneuse en fonction du type de troupeau et de la mise en défens

		Semis (%)	Rejets (%)	Dragéons (%)
Troupeau bovin	Pâturé	84,5	15,0	0,5
	Défens	90,1	9,2	0,7
Troupeau mixte	Pâturé	66,2	28,9	8,8
	Défens	84,0	12,2	3,8

Les petits ruminants auraient ainsi un impact négatif sur la survie des jeunes plants sans doute en les broutant avant qu'ils ne soient aoûtés ⁷ et puissent produire des rejets. Mais cet effet négatif est en partie compensé par un plus grand nombre de rejets⁸ qui s'explique par le fait que les caprins sectionnent les tiges alors que les bovins les arrachent.

⁶ L'interaction troupeauXpâturage est significative au seuil de 6,6% en ce qui concerne l'accroissement absolu en surface terrière.

⁷ Aoûtement : lignification des rameaux. Ici les plants non aoûtés sont ceux qui sont aux stades cotylédonnaire et une ou deux paires de feuilles au maximum.

⁸ Ici, sont considérés comme rejets tous les plants qui ont visiblement rejeté, aussi petite que soit la souche. Un plant se moins de un cm de diamètre au collet peut alors être compté comme rejet.

Le taux plus important de drageons dans les parcelles du troupeau mixte peut s'expliquer par une différence de composition botanique de départ, notamment *Detarium microcarpum* et *Combretum velutinum*.

Il faut également noter l'évolution du nombre de semis entre 1995 et 1998. De 14 % en 1995 ils sont passés à 81 % de la régénération en 1998. L'importance des rejets en 1995 est certainement lié au pâturage et aux feux de brousse répétés. Mais ceci signifie également que, quelque soit le traitement, bon nombre de souches ont disparu soit par un épuisement lié au pâturage, soit par la concurrence des herbacées. Par exemple *Dichrostachys cinerea* et *Crossopteryx febrifuga*, rencontrées en abondance en 1995 dans les régénérations de certaines parcelles ont fortement diminué pour la première et totalement disparu pour la seconde.

CONCLUSION

Après trois années d'expérimentation, on est étonné d'observer qu'il n'y a aucune évolution numérique significative de la régénération. Celle-ci est restée quantitativement stable au cours du temps quel que soit le traitement appliqué : troupeau bovin, troupeau ovin+caprin+bovin. Par contre, on remarque une certaine régression des jeunes plants qui sont progressivement remplacés par des semis. On notera toutefois que les ovins et caprins ne font que sectionner les jeunes tiges, ce qui leur permet de rejeter, si elles sont déjà lignifiées. Par contre, les bovins arracheraient ces mêmes plants qui ne peuvent rejeter. Comme leur régime alimentaire diffère de celui des petits ruminants, les semis ont le temps de s'installer au cours de la saison des pluies.

On ne constate aucun passage de la régénération à la régénération acquise. L'intervalle de temps est vraisemblablement trop court pour cela. Il conviendrait, à l'avenir, d'étudier plus précisément cette régénération et son évolution espèce par espèce, mais l'expérience vient de montrer que la taille des parcelles étudiées est insuffisante malgré cinq répétitions.

Il semble que l'abroutissement des ligneux déjà bien développés, par les petits ruminants suffise à ralentir leur croissance. Il serait intéressant d'estimer la quantité d'éléments nutritifs prélevés par le broutage des jeunes feuilles et d'estimer le déséquilibre induit pour l'arbre.

L'absence du feu sur le site n'a pas permis de cerner toutes aspects de la problématique. Dans les zones agropastorales du Nord de la Côte d'Ivoire, le feu de brousse est devenu un facteur omniprésent. Le fait de l'avoir occulté ici a créé un biais dans la dynamique de la végétation.

Bibliographie

- César, J. 1987. Les pâturages naturels en milieu tropical humide In Terroirs pastoraux et agro-pastoraux en zone tropicale. IEMVT, 1987. pp 167-232.
- César, J. & C. Zoumana. 1996. Recherche sur l'amélioration et la gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest - participation de l'Idessa - L'intégration des ligneux dans les jachères pastorales - Compte-rendu technique n°1. Idessa, Bouaké/Cirad-emvt, Montpellier, 36p.
- César, J. & C. Zoumana. 1997. Recherche sur l'amélioration et la gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest - participation de l'Idessa - L'intégration des ligneux dans les jachères pastorales - Compte-rendu technique n°2. Idessa, Bouaké/Cirad-emvt, Montpellier, 56p.
- Loupe, D., A. Coulibaly & N. Ouattara. 1995. Compte-rendu d'installation - Etude de l'influence du pâturage sur la régénération des ligneux en zone soudano-guinéenne - Document de travail. Idefor-dfo, Abidjan, 4p. + annexes + 20 cartes.
- Loupe, D., A. Coulibaly & N. Ouattara. 1997. Etude de l'influence du pâturage sur la régénération des ligneux en zone soudano-guinéenne - Résultats des inventaires d'avril 1996. Idefor-dfo, Abidjan,
- Zoumana, C., P. Yesso & J. César. 1997. La production des jachères pâturées dans le nord de la Côte-d'Ivoire. In Floret Ch. (ed.) 1996. Actes de l'atelier "La jachère, lieu de production", Bobo-Dioulasso, 2-4 octobre 1996, 113-121. CORAF/ORSTOM/Union Européenne, Dakar. 144p.